

Analisis Kandungan N-Total dan pH Tanah yang Ditanami *Leguminosae Cover Crops* (LCC) Pada Umur Tanam serta Dosis Pengapuran Berbeda

SURYA DARMA^{1*}, DONNY DHONANTO^{2**}, ARIF SAHATA HASIBUAN^{3***}

^(1,2,3)Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Mulawarman, Jl. Pasir Balengkong, Kampus Gunung Kelua, Samarinda 75119, East Kalimantan, Indonesia. Tel: +62-541-738341, Fax: +62-541-73834
E-mail: uyadarma60@gmail.com

Abstract. *Mucuna bracteata* plants belonging to *Leguminosae Cover Crop* have the ability to fix free N₂ because of their symbiosis with the bacterium *Rhizobium leguminosarum*. Symbiosis is important to overcome the lack of N nutrients in the soil in the wet tropics because the intensive weathering and leaching process causes the N element in the soil to be quickly lost and the pH is low. The formation of symbiotic root nodules as a source of adding N-total soil is influenced by low pH. The study was conducted on low pH soil limed with *M. bracteata* on changes in N-total and soil acidity. Dolomite lime dose 10 and 20 ton.ha⁻¹, planting age 30, 60 and 90 days. Experiments with a completely randomized design and combination of factorial treatments were repeated 4 times. The data were analyzed with variance and further tested with *Duncan's Multiple Range Tests* (DMRT) at the 5% level. The research site is in Bantuas Village, Kutai Kartanegara Regency. The results of the study that the dose of lime and the planting age of *M. bracteata* affected the total N content of the soil and soil pH. The combination of planting age of 30 days and lime dose of 10 ton.ha⁻¹ was the best for adding N-total soil of 0.19% of the initial soil. The combination of 60 days planting age and 20 ton.ha⁻¹ lime dose was the best for changes in soil pH, the initial soil pH was 3.16 (very acidic) to 5.67 (slightly acidic).

Keywords: Liming, pH, *Leguminosae*, *Rhizobia*, Nitrogen

Abstrak. Tanaman *Mucuna bracteata* tergolong dalam *Leguminosae Cover Crop* memiliki kemampuan memfiksasi N₂ bebas karena bersimbiosis dengan bakteri *Rhizobium leguminosarum*. Simbiosis penting untuk mengatasi kekurangan unsur hara N pada tanah di tropika basah karena proses pelapukan dan pencucian yang intensif menyebabkan unsur N di tanah cepat hilang dan pH rendah. Pembentukan bintil akar simbiosis sebagai sumber menambah N-total tanah dipengaruhi pH rendah. Penelitian dilakukan terhadap tanah pH rendah yang dikapur yang ditanami *M. bracteata* terhadap perubahan N-total dan keasaman tanah. Dosis kapur dolomit 10 dan 20 ton.ha⁻¹, umur tanam 30, 60 dan 90 hari. Percobaan dengan Rancangan Acak Lengkap dan kombinasi perlakuan secara faktorial diulang 4 kali. Data dianalisis dengan sidik ragam dan diuji lanjut dengan *Duncan's Multiple Range Tests* (DMRT) pada taraf 5%. Tempat penelitian di Kelurahan Bantuas, Kabupaten Kutai Kartanegara. Hasil penelitian dosis kapur dan umur tanam *M. bracteata* berpengaruh terhadap kandungan N-total tanah dan pH tanah. Kombinasi umur tanam 30 hari dan dosis kapur 10 ton.ha⁻¹ yang terbaik untuk penambahan N-total tanah sebesar 0,19% dari tanah awal. Kombinasi umur tanam 60 hari dan dosis kapur 20 ton.ha⁻¹ yang terbaik terhadap perubahan pH tanah, pH tanah awal 3,16 (sangat masam) menjadi 5,67 (agak masam).

Kata kunci : Pengapuran , pH, *Leguminosae*, *Rhizobia*, Nitrogen

PENDAHULUAN

Tanah merupakan salah satu penunjang kehidupan semua makhluk hidup yang ada di permukaan bumi. Karakter dan morfologi tanah pada beberapa lahan memiliki perbedaan. Perbedaan karakter dan morfologi tanah umumnya menggambarkan status kesuburan tanah pada lahan tersebut. Tanah umumnya mengandung 13 dari 16 unsur hara esensial yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman [1]. Unsur hara yang berfungsi sebagai penyusun tubuh tanaman umumnya terdiri dari Karbon, Hidrogen, Oksigen, dan Nitrogen. Nitrogen (N) merupakan unsur hara esensial bagi tanaman. Sumber utama Nitrogen di dalam tanah berasal dari bahan organik. Selain itu, unsur hara Nitrogen pada tanah juga dapat berasal dari udara sebagai N₂ melalui proses penambatan. [2], N₂ yang tersedia di udara dapat difiksasi oleh tanaman *Leguminosae* jika bersimbiosis dengan bakteri *Rhizobia*, banyaknya hasil fiksasi dipengaruhi jenis legum dan lingkungannya.

Leguminosae merupakan jenis tanaman penutup tanah (*Cover Crops*) yang banyak dimanfaatkan pada usaha-usaha perkebunan besar seperti kelapa sawit dan area reklamasi lahan pertambangan batubara. Tanaman ini merupakan suku polong-polongan yang memiliki sistem perakaran dengan kemampuan mengikat N₂ bebas yang melibatkan hubungan antara tanaman dengan bakteri *Rhizobium leguminosarum* [3].

Bakteri *R. leguminosarum* mempunyai peran yang sangat penting dalam penambatan N₂ bebas yang termasuk dalam kelompok *Rhizobia*, ditandai dengan terbentuknya bintil-bintil pada akar tanaman *Leguminosae* [4]. Seiring dengan

bertambahnya umur pembentukan bintil-bintil pada akar terus berlangsung sehingga memberikan dampak terhadap kemampuan mengikat N_2 dari udara.

Tanaman *Leguminosae* dapat tumbuh dan berkembang dengan baik apabila berada pada lingkungan yang sesuai, yaitu ketersediaan unsur hara yang cukup, iklim dan tingkat kemasaman tanah (pH) yang sesuai. Kemasaman tanah di daerah tropika lembab yang tinggi atau pH rendah merupakan kendala terbentuknya bintil akar pada tanaman *Leguminosae*, sehingga diperlukan pengapuran untuk mengatasi hal tersebut.

Berdasarkan uraian pemikiran di atas, maka dilakukan analisis pada tanah yang ditanami *Leguminosae* jenis *Mucuna bracteata* dengan umur tanam serta dosis pemberian kapur yang berbeda, sehingga diketahui apakah dari ke dua faktor tersebut memberikan pengaruh terhadap kandungan N-Total tanah.

BAHAN DAN METODE

A. Lokasi dan Waktu

Penelitian ini dilakukan selama 5 bulan, dimulai bulan September 2019 hingga Januari 2020. Lokasi penelitian di Kelurahan Bentuas, Kecamatan Sanga-Sanga Kabupaten Kutai Kartanegara. Sampel tanah awal dan sampel tanah perlakuan dianalisis di Laboratorium Tanah Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman di Samarinda.

B. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Alat Tulis, Kamera, Bak Plastik, Silet, Plastik Sampel, Meteran, Cangkul, Karung Plastik, Bambu, Penjepit/Pinset, Kain Serbet, Ember Plastik, Cetok, Polybag, Ring Sampel, Timbangan Analitik, Oven (Essikator), Labu Ukur 25 ml, Labu Kjeldahl 300 ml, dan Presto. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan adalah Air, Fungisida, Benih *Mucuna Bracteata*, Katalis, Asam Sulfat, *R.leguminosarum*, Sampel Tanah, Kapur Dolomit dan Aquadest.

C. Prosedur

1. Rancangan Penelitian

Penelitian ini disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 faktor yaitu umur tanam dan dosis kapur dolomit. Umur tanam 30 (a1), 60 (a2), dan 90 Hari (a3). Kapur dolomit, tanpa kapur (b0), kapur 10 ton.ha⁻¹ (b1), dan 20 ton.ha⁻¹ (b2). Kedua faktor dikombinasikan, diperoleh 9 kombinasi perlakuan. Masing-masing kombinasi diulang 4 kali, sehingga terdapat 36 satuan percobaan. Rangkaian prosedur penelitian yang dilakukan yaitu:

2. Persiapan Media Tanam.

Sampel tanah tidak terganggu diambil menggunakan ring sampel dianalisis lebih dulu untuk mengetahui BD tanah, hasilnya 1,47 g.cm⁻³. Berat tanah 1 ha kedalaman 20 cm adalah $2,94 \times 10^6$ kg. Konversi dosis dolomit dalam 10 kg tanah adalah 34 g dan 68 g untuk dosis 10 ton. ha⁻¹ dan 20 ton.ha⁻¹. Tanah perlakuan dicampur merata dengan kapur kemudian dimasukkan dalam polybag disiram tiap hari selama 2 minggu maka siap untuk ditanami.

3. Persiapan Benih

Kulit benih *M. bracteata* khususnya pada bagian mata (*Spermodermis*) menggunakan penjepit agar mudah menyerap air. Benih direndam dalam larutan fungisida konsentrasi 0,5 % selama ± 15 menit. Benih diletakkan pada kain basah lalu dilipat rapat, disimpan ditempat yang tidak terkena cahaya matahari langsung selama ± 24 jam. Benih diambil kembali, dicuci air bersih dengan hati-hati 2 kali. Benih diletakkan kembali pada kain basah, dilipat rapat dan disimpan kembali seperti sebelumnya. Sekitar 2 hari kemudian diambil dan dibuka benih telah mengeluarkan akar (*Radikula*) yang siap ditanam dalam polybag. Benih *M. bracteata* yang telah berakar direndam dalam air yang telah dicampur tanah yang mengandung bakteri *R.leguminosarum* selama ± 5 menit. Memastikan bakteri *R.leguminosarum* ada pada tanah sejak awal penanaman.

4. Penanaman

Benih yang telah mulai berakar ditanam pada titik tengah polybag kedalaman ± 2 cm dengan jarak ± 5 cm membentuk segitiga sama sisi agar pencabutan 2 tanaman yang kurang baik 14 hari kemudian tidak mengganggu yang disisakan. Polybag ditempatkan diatas dudukan papan bertiang yang kuat setinggi ± 30 cm dari tanah, jarak antara polybag 50cm dan antara dudukan 100cm, agar bintil akar hanya terbentuk dalam polybag. Tiap polybag dipasang lanjaran kayu dan bambu sebagai para-para untuk merambat *M. bracteata*, dengan ketinggian ± 150 cm dari tanah. Pembuatan lanjaran agar tanaman tumbuh merambat ke atas sehingga fiksasi Nitrogen terfokus pada media tanam polybag.

5. Pengambilan Sampel

Sampel tanah diambil 4 kali, sebelum perlakuan atau tanah awal untuk parameter Bulk Density, pH dan Nitrogen total. Saat penelitian sampel tanah perlakuan diambil sesuai dengan waktu perlakuannya untuk parameter pH dan Nitrogen total. Sampel bintil akar diambil pada semua polybag ulangan, lebih dulu memotong tanaman pada pangkalnya, kemudian polybag ditanam diatas terpal, dibuka dengan digunting dan mengambil akar dengan hati-hati hingga semua akar dan bintil akar terpisah dengan tanah. Kemudian tanah tiap ulangan setelah pengambilan akar diambil ± 250 g untuk parameter pH dan N-total tanah.

6. Analisis Data

Hasil pengukuran pH dengan pH meter dan N-total dengan metode Kjeldahl dianalisis dengan tabel Anova taraf

5%, uji lanjut dengan *Duncan's Multiple Range Tests* (DMRT) pada taraf 5%. Jumlah bintil akar hanya dilihat kaitannya terhadap pH dan N-total.

HASIL DAN DISKUSI

1. Analisis Sifat Fisika Kimia Tanah Awal

Analisis tanah awal pada untuk memberikan gambaran sifat fisik dan sifat kimia sebagai titik tolak penentuan perlakuan dan pengaruhnya dalam penelitian ini, hasil analisis ditampilkan Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Tanah Awal.

Parameter	Satuan	Nilai	Status*
Bulk density	g.cm ⁻³	1,47	-
pH	-	3,16	Sangat Masam
N-total	%	0,07	Sangat Rendah

Sumber: Hasil Analisis Laboratorium Tanah Faperta Unmul (2020). * [5]

Hasil analisis tanah awal pada Tabel 1 menunjukkan bahwa, tanah yang digunakan sebagai media tanam mengindikasikan dengan pembatas miskin unsur hara logam basa. Rendahnya nilai pH maupun N-total tanah diduga akibat adanya proses pencucian (*Leaching*) yang intensif pada lahan lokasi pengambilan sampel tanah karena berada di lereng bukit dengan tingkat kemiringan lahan sekitar 7 %, dimana vegetasi yang dominan tumbuh adalah Alang-alang (*Imperata cylindrica*). Menurut [6], tanah yang di tumbuh alang-alang umumnya merupakan tanah yang masam, miskin unsur hara, kandungan bahan organik sangat rendah, kejenuhan Al tinggi dan merupakan jenis tanah yang terdegradasi dengan mengalami penurunan kesuburan.

2. Hubungan Antara pH Tanah Terhadap Jumlah Bintil Akar

Nilai pH tanah mempengaruhi jumlah bintil akar yang terbentuk, data pengamatan ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hubungan pH Tanah Terhadap Jumlah Bintil Akar.

Waktu	Pengapuran						Rerata	
	b0		b1		b2			
	pH	Bintil	pH	Bintil	pH	Bintil	pH	Bintil
a1	3,13	0,00	4,24	5,00	4,42	3,00	3,92	2,67
a2	3,62	1,00	4,60	5,00	5,67	12,00	4,63	9,00
a3	4,07	1,00	5,25	10,00	5,07	9,00	4,80	6,67
Rerata	3,61	0,67	4,70	6,67	5,05	8,00	4,45	5,61

Hasil pengamatan pada Tabel 2 menunjukkan bahwa tingkat kemasaman (pH) tanah dapat berpengaruh terhadap aktivitas beberapa jenis bakteri yang ada di dalam tanah, salah satu diantaranya adalah bakteri *R.leguminosarum*. [7]; [8], Kehidupan bakteri *R.leguminosarum* sangat dipengaruhi oleh kondisi tanah, seperti kondisi fisik, biologi, dan kondisi kimia tanah berupa unsur hara yang cukup serta pH tanah yang sesuai. Kondisi pH tanah akan mempengaruhi perkembangan bakteri pengikat N₂ dari udara, sehingga berpengaruh terhadap jumlah bintil akar yang terbentuk. [9] mengatakan bahwa pH optimum bagi bakteri *R.leguminosarum* agar dapat berkembang dengan baik adalah sekitar 5,5-7,0. Hal tersebut mengindikasikan bahwa pada pH tanah < 5,5 dan > 7,0 bakteri *R.leguminosarum* tidak dapat berkembang dengan baik., sebaliknya pada pH tanah mendekati 6,00 rerata populasi bintil akar yang terbentuk jumlah terbanyak. Hal tersebut mengindikasikan bahwa pembentukan bintil akar lebih efektif pada kondisi pH tanah mendekati netral. Pembentukan bintil akar tersebut berkaitan dengan infeksi oleh bakteri *R.leguminosarum* pada rambut akar. Menurut [10], tingkat pH optimal bagi bakteri *R.leguminosarum* adalah sedikit di bawah netral hingga alkali, sensitif terhadap pH rendah sehingga tidak dapat menginfeksi rambut akar dengan baik.

Berdasarkan hasil analisis pH tanah, diketahui bahwa pada nilai rerata pH tanah tertinggi yang menunjukkan angka 5,67 pada perlakuan a2b2 (umur tanam 60 hari dengan dosis kapur dolomit 20 ton.ha⁻¹), rerata populasi bintil akaryang terbentuk jumlahnya paling banyak yakni 12 buah. Sedangkan pada nilai pH tanah dari beberapa perlakuan yang menunjukkan angka terendah mendekati 3, rerata populasi bintil akar yang terbentuk jumlahnya sangat sedikit, bahkan pada sampel perlakuan a1b0 (umur tanam 30 hari tanpa kapur) tidak ditemukan adanya bintil akar yang terbentuk. Hasil pengamatan ini semakin mempertegas bahwa nilai pH tanah sangat berpengaruh terhadap proses pembentukan bintil akar pada tanaman *M. Bracteata*.

3. Hubungan Antara Bintil Akar Terhadap N-Total.

Banyaknya bintil akar yang terbentuk berhubungan dan terkait secara langsung terhadap jumlah N-total, datanya ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hubungan Antara Jumlah Bintil Akar Terhadap Jumlah N-Total.

Tabel 3. Hubungan Antara Jumlah Bintil Akar Terhadap Jumlah IV Total.								
Waktu	Pengapuran						Rerata	
	b0		b1		b2			
	N (%)	Bintil	N (%)	Bintil	N (%)	Bintil	N (%)	Bintil
a1	0,12	0,00	0,26	5,00	0,25	3,00	0,21	2,67
a2	0,14	1,00	0,21	5,00	0,19	12,00	0,18	6,00
a3	0,12	1,00	0,18	10,00	0,16	9,00	0,15	6,67
Rerata	0,13	0,67	0,21	6,67	0,20	8,00	0,18	5,11

Meningkatnya jumlah Nitrogen total pada tanah disebabkan adanya proses fiksasi N_2 dari udara oleh golongan bakteri *R. leguminosarum* yang bersimbiosis dengan *M. bracteata* membentuk bintil yang terbentuk di sistem perakaran tanaman. Namun demikian faktor lain seperti diameter bintil dan status bintil akar aktif atau tidak aktif juga mempengaruhi kandungan N-total tanah. Perlakuan pengapuran dosis 10 ton (b1) dan 20 ton.ha⁻¹ (b2) dengan jumlah bintil rerata 6,67 dan 8,00 sedangkan tanpa pengapuran (b0) bintil akar hanya 0,67. Kandungan N-total b1 dan b2 keduanya hampir sama 0,21% lebih besar 0,08% dan 0,14% terhadap b0 hanya 0,13% dan tanah awal 0,07%. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa warna bintil pada perlakuan b0, b1 dan b2 ketika dibelah terlihat warna kemerahan, tetapi ukuran bintil pada b1 dan b2 lebih besar dibanding b0. Warna bagian dalam kemerahan menunjukkan bahwa bintil akar dari masing-masing perlakuan aktif melakukan proses fiksasi N_2 dari udara. Terbentuk pula bintil akar berukuran terlalu kecil, dibelah warna tidak terlihat jelas sehingga tidak dapat diidentifikasi apakah aktif atau tidak aktif pada semua perlakuan. Menurut [11], bahwa hubungan simbiosis yang efektif jika bintil akar yang terbentuk berukuran besar, isinya merah cerah sebagai penanda fiksasi N_2 berlangsung aktif.

4. Hasil Analisis Tingkat Kemasaman Tanah (pH Tanah).

Kemasaman tanah berhubungan dengan pengapuran dan dosis yang diberikan di tanah. Pengaruhnya untuk menaikkan pH tanah memerlukan waktu, data kaitan antara kapur dan waktu ditampilkan Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Analisis Tingkat Kemasaman Tanah (pH Tanah).

Waktu	Pengapuran			Rerata
	b0	b1	b2	
a1	3,13a	4,24bc	4,42cd	3,93
a2	3,62ab	4,60cde	5,67f	4,63
a3	4,07bc	5,25ef	5,07def	4,80
Rerata	3,61	4,70	5,05	4,45

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menyatakan tidak beda nyata uji DMRT 5%.

Hasil analisis tanah pada Tabel 4 menunjukkan bahwa sampel tanah awal yang digunakan mempunyai nilai pH 3,16. Nilai pH 3,16 digolongkan sangat masam [5]; kemasaman sangat kuat [12]. Pencucian kation-kation basa oleh air menjadi penyebab rendahnya nilai pH tanah. [13] mengatakan bahwa kation yang dominan tersisa pada tanah setelah terjadinya proses pencucian adalah kation asam yaitu Al^{+3} dan H^+ , sehingga tanah menjadi masam. Hal ini berbeda ketika tanah diberikan perlakuan, dimana nilai pH tanah secara rerata meningkat, dengan peningkatan bervariasi.

Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa faktor umur tanam dan dosis pengapuran secara terpisah masing-masing berbeda sangat nyata, sedangkan interaksinya berpengaruh nyata terhadap nilai pH tanah. Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan terbaik ada pada a2b2 rata-rata nilai pH tanah paling tinggi yaitu 5,67 (Agak Masam). Perlakuan pemberian kapur dolomit terhadap tanah menaikkan rerata nilai pH 1,09 satuan untuk b1 dan 1,44 satuan untuk b2 sehingga pH 4,70 dan 5,05 yang berbeda nyata terhadap pH tanah tanpa dolomit hanya 3,61. Waktu juga berpengaruh terhadap peningkatan pH, pH pada a2 dan a3 bertambah 0,7 dan 0,87 satuan sehingga pH menjadi 4,63 dan 4,80 yang berbeda nyata terhadap a1 dengan pH 3,93. Pengaruh yang paling besar adalah penambahan pH sebesar 2,54 dan 1,94 satuan pada perlakuan a2b2 dan a3b2 dimana keduanya tidak berbeda nyata, tetapi terhadap a1b0 berbeda nyata. Hal tersebut merupakan pengaruh interaksi antara waktu dan dosis kapur dolomit, dengan waktu yang lebih lama dan dosis yang lebih tinggi memberikan pengaruh yang lebih besar terhadap peningkatan pH tanah. Penambahan kapur pada tanah masam menaikkan nilai pH aktual tanah [14]. Hasil ini mempertegas bahwa faktor waktu dan dosis kapur dolomit yang diberikan pada tanah paling berpengaruh terhadap perubahan pH tanah. Menurut [15], pemberian kapur menyebabkan pH tanah meningkat membuat lingkungan tanah lebih baik yang memberikan pengaruh terhadap peningkatan pembentukan bintil akar.

5. Hasil Analisis Nitrogen Total

Kandungan N-total tanah yang ditanami *M. Bracteata* berhubungan dengan pengapuran, dosis dan waktu (lama) pengapuran. Data tersebut ditampilkan Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Analisis N-Total Tanah

Waktu	Pengapuran			Rerata
	b0	b1	b2	
a1	0,12a	0,26e	0,25de	0,21a
a2	0,14abc	0,21cde	0,19bcde	0,18b
a3	0,12ab	0,18abcd	0,16abc	0,15b
Rerata	0,13a	0,21b	0,20b	0,18

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menyatakan tidak beda nyata uji DMRT 5%.

Hasil analisis tanah pada tabel 5 menunjukkan bahwa telah terjadi perubahan peningkatan terhadap sampel tanah awal dengan status N-total sangat rendah yaitu 0,07%. Kondisi tersebut berbeda setelah adanya perlakuan, dimana hasil analisis menunjukkan adanya peningkatan jumlah kandungan N-total pada tanah rerata perlakuan 0,18%.

Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa masing-masing perlakuan dan interaksinya berbeda nyata. Perlakuan pengapuran berpengaruh sangat nyata terhadap kadar N-total yaitu rerata 0,20%, sedangkan peningkatannya sebesar 0,7% dan 0,13% dibanding tanpa pengapuran hanya 0,13% dan tanah awal 0,07%, tetapi peningkatan dosis kapur tidak berbeda terhadap perubahan N-total. Perlakuan umur tanam berpengaruh nyata terhadap jumlah kandungan N-total di dalam tanah, tetapi penambahannya semakin berkurang dengan bertambahnya waktu. Perlakuan umur tanaman a1 yaitu umur 1 bulan penambahannya paling besar yaitu 0,21%. Hasil ini sejalan dengan [16], bahwa hasil terbaik terhadap peningkatan populasi *Rhizobia* adalah umur 5 minggu pada *M. bracteata* yang diberi inokulasi saat tanam yang berbeda dengan umur tanam 2 dan 3 bulan perlakuan a2 dan a3. Perbedaan itu karena pada umur 2 dan 3 bulan *M. bracteata* lebih banyak menggunakan Nitrogen hasil fiksasi untuk pertumbuhan membentuk jaringan tanaman yang makin bertambah besar, walaupun fiksasi N₂ jumlahnya lebih besar yang ditunjukkan jumlah bintil akar yang terbentuk lebih banyak yaitu 6,67 dan 8,00. Oleh karena itu tanaman *M. bracteata* baik digunakan untuk pupuk hijau atau sebagai penyubur tanah jika bagian tanaman ditanamkan dalam tanah sebagai sumber N.

Interaksi antara faktor umur tanam dengan dosis pengapuran nyata terhadap jumlah N-total di dalam tanah, dimana kombinasi perlakuan terbaik ada pada a1b1 yaitu dosis kapur dolomit 10 ton.ha⁻¹ atau 34 g.10⁻¹kg tanah dengan umur tanam *M. bracteata* 1 bulan kandungan N-total 0,26% terjadinya peningkatan sebesar 0,19% dari tanah awal. Saat yang sama *M. bracteata* menyerap unsur hara N dengan jumlah yang sedikit karena masih muda yang mulai berkembang. Bintil akar yang terbentuk kualitasnya baik yaitu berukuran lebih besar dan juga aktif yang ditandai dengan warna kemerahan yang menandakan bintil akar yang aktif dalam memfiksasi N₂ bebas diudara dan tersimpan dalam tanah. Walaupun kandungan N-total lebih rendah pada perlakuan pengapuran dengan waktu yang lebih lama seperti pada kombinasi a2b1, a2b2, a3b1 dan a3b2 disebabkan N₂ yang difiksasi lebih banyak digunakan untuk tanaman *M. bracteata* yang sedang tumbuh membentuk jaringan tanaman yang makin bertambah (akar, batang, daun, bunga dan buah) dan untuk sintesis sel-sel bakteri *R. leguminosarum* pada bintil akar [17]. Jumlah bintil akar reratanya lebih banyak yaitu 9, sedangkan pada a1b1 bintil akar hanya 5. Proses fiksasi N₂ bebas adalah hasil simbiosis antara bakteri dan tanaman *M. bracteata*, bakteri memerlukan energi berupa ATP dari hasil fotosintesa tanaman, dan bakteri menghasilkan enzim untuk mereduksi N₂ menjadi NH₃ [18].

KESIMPULAN

Hasil penelitian bahwa umur tanam dan dosis pengapuran yang berbeda memberikan pengaruh terhadap tingkat kemasaman tanah (pH) dan N-total tanah. Kombinasi perlakuan a2b2 (umur tanam 60 hari dengan dosis pengapuran 20 ton.ha⁻¹) merupakan kombinasi perlakuan terbaik terhadap perubahan pH tanah dari status sangat masam menjadi agak masam, sedangkan kombinasi perlakuan a1b1 (umur tanam 30 hari dengan dosis pengapuran 10 ton.ha⁻¹) merupakan kombinasi perlakuan terbaik terhadap perubahan jumlah N-total tanah sebesar 0,26% status sedang dibanding tanah awal hanya 0,07% status sangat rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Handayanto, "Pengelolaan Kesuburan Tanah," *J. Chem. Inf. Model.*, 2013.
- [2] Armiadi, "Penambatan nitrogen secara biologis pada tanaman Leguminosa," *Wartazoa*, 2009.
- [3] J. P. W. Young and K. E. Haukka, "Diversity and phylogeny of rhizobia," *New Phytol.*, 1996, doi: 10.1111/j.1469-8137.1996.tb04344.x.
- [4] R. Simanungkalit, R. Saraswati, R. Hartuti, and E. Husen, *Bakteri Penambat Nitrogen, dalam: Simanungkalit, RDM., Suriadikarta, D.A., Saraeswati, R., Stiyorini, D., Hartatik, W (eds) Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. 2006.
- [5] Eviati and Sulaman, *Petunjuk Teknis Edisi 2 Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk*. .
- [6] A. Pudjiharta, E. Widyati, and Y. Adalina, "KAJIAN TEKNIK REHABILITASI LAHAN ALANG-ALANG (*Imperata cylindrica* L. Beauv) (Technical Analysis of *Imperata cylindrica* L. Beauv Grassland Rehabilitation)*," *Info Hutan*, 2008.
- [7] R. D. S. Pamungkas and M. Irfan, "Isolasi bakteri rhizobium dari tumbuhan leguminosa yang tumbuh di lahan bergambut," *J. Agroekoteknologi*,

- 2018.
- [8] N. D. Purwantari, S. Sajimin, A. Fanindi, and J. Nulik, "Centrosema pascuorum LEGUMINOSA ADAPTIF PADA LAHAN KERING BERIKLIM SANGAT KERING NTT: EFEKTIVITAS DAN KOMPETITIVITAS STRAIN MUTAN BPT01," *Pastura*, 2017, doi: 10.24843/pastura.2016.v05.i02.p03.
 - [9] I. Hamid, S. Priatna, and A. Hermawan, "Karakteristik Beberapa Sifat Fisika dan Kimia Tanah pada Lahan Bekas Tambang Timah," *J. Penelit. Sains*, 2017.
 - [10] A. B. Wolff, P. W. Singleton, M. Sidirelli, and B. B. Bohlool, "Influence of acid soil on nodulation and interstrain competitiveness in relation to tannin concentrations in seeds and roots of *Phaseolus vulgaris*," *Soil Biol. Biochem.*, 1993, doi: 10.1016/0038-0717(93)90112-O.
 - [11] Suryantini, "Rhizobium Indigenus Dan Pengaruhnya," *Bul. Palawija*, 2012.
 - [12] Budirman Bachtiar, "Karakteristik Sifat Kimia Tanah di Bawah Tegakan Uru (*Elmerrillia ovalis*) dan Tegakan Mahoni (*Swietenia macrophylla*) Di Kelurahan Sa'dan Matallo Kecamatan Sa'dan Kabupaten Toraja Utara," *J. Biol. Makasar*, 2020.
 - [13] R. Sutanto, "Dasar – Dasar Ilmu Tanah Konsep Dan Kenyataan," *Kanisius*, 2005.
 - [14] D. Krisnawati and C. Bowo, "APLIKASI KAPUR PERTANIAN UNTUK PENINGKATAN PRODUKSI TANAMAN PADI DI TANAH SAWAH ALUVIAL," *Berk. Ilm. Pertan.*, 2019, doi: 10.19184/bip.v2i1.15777.
 - [15] A. Azwir, "PENGARUH PEMUPUKAN TERHADAP KACANG TANAH DI LAHAN TADAH HUJAN SUMATRA BARAT," *J. Pengkaj. dan Pengemb. Teknol. Pertan.*, 2018, doi: 10.21082/jpftp.v20n3.2017.p209-220.
 - [16] P. B. Laksono, A. Wachjar, and D. Supijatno, "Pertumbuhan *Mucuna bracteata* DC. pada Berbagai Waktu Inokulasi dan Dosis Inokulan," *J. Agron. Indones. (Indonesian J. Agron.)*, vol. 44, no. 1, p. 104, 2016, doi: 10.24831/jai.v44i1.12510.
 - [17] W. P. Robarge, "Environmental Soil and Water Chemistry: Principles and Applications," *Soil Sci.*, 1999, doi: 10.1097/00010694-199908000-00008.
 - [18] Adnyana, G. M. "Mekanisme Penambatan Nitrogen Udara oleh Bakteri *Rhizobium* Menginspirasi Perkembangan Teknologi Pemupukan Organik yang Ramah Lingkungan," *Agrotrop J. Agric. Sci.*, 2014.